

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 098**

51 Int. Cl.:

A61M 16/00 (2006.01)

A61M 16/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2013 PCT/JP2013/076168**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14046297**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2013 E 13839172 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 2898915**

54 Título: **Dispositivo de concentración de oxígeno**

30 Prioridad:

20.09.2012 JP 2012207114

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

18.12.2018

73 Titular/es:

**TEIJIN PHARMA LIMITED (100.0%)
2-1, Kasumigaseki 3-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8585, JP**

72 Inventor/es:

**KOBAYASHI, SUMIHIRO y
KIRIAKE, HISASHI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 694 098 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de concentración de oxígeno

5 [Campo técnico]

La presente invención se refiere a un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que usa un adsorbente que adsorbe preferiblemente nitrógeno en relación con oxígeno. Más específicamente, la presente invención se refiere a un dispositivo médico de concentración de oxígeno usado para terapia de inhalación de oxígeno que se realiza para un paciente con enfermedad respiratoria crónica y similares.

[Técnica anterior]

En los últimos años, el número de pacientes que padecen enfermedades del sistema respiratorio tales como asma, enfisema pulmonar, bronquitis crónica y similares ha tendido a aumentar. Uno de los métodos terapéuticos más efectivos para estas enfermedades es la terapia de inhalación de oxígeno. En una terapia de inhalación de oxígeno de este tipo, los pacientes inhalan gas oxígeno o gas enriquecido en oxígeno. Se conocen un dispositivo de concentración de oxígeno, un cilindro de gas oxígeno u oxígeno líquido, y similares como fuente de suministro de oxígeno usada para la terapia de inhalación de oxígeno. Sin embargo, el dispositivo de concentración de oxígeno se usa principalmente para la terapia de oxígeno en el domicilio porque es cómodo de usar y fácil de mantener y gestionar.

Un dispositivo de concentración de oxígeno es un dispositivo para suministrar oxígeno a un usuario separando y concentrando oxígeno que constituye el 21 % del aire. Como dispositivo de este tipo, existen un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo membrana que usa una membrana que filtra selectivamente oxígeno y un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que usa un adsorbente que puede adsorber preferiblemente nitrógeno u oxígeno. Principalmente se usa un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión debido a que puede obtener oxígeno altamente concentrado.

El dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión produce de manera continua un gas oxígeno altamente concentrado repitiendo alternativamente una etapa de compresión-adsorción y una etapa de descompresión-desorción. En la primera etapa, se obtiene oxígeno no adsorbido suministrando aire comprimido mediante un compresor a un cilindro de adsorción lleno con un adsorbente que adsorbe selectivamente nitrógeno en relación con oxígeno, tal como zeolitas de tamiz molecular de tipo 5A, 13X, Li-X, y adsorbiendo nitrógeno en condiciones presurizadas. En la segunda etapa, se regenera el adsorbente purgando nitrógeno adsorbido en el adsorbente a una presión reducida de presión atmosférica o menos en el cilindro de adsorción.

El documento EP 2 497 516 A1 divulga un dispositivo de enriquecimiento en oxígeno. Sin embargo, el documento EP 2 497 516 A1 no divulga la parte caracterizadora según la reivindicación 1.

El documento DE 296 05 889 U1 divulga un dispositivo para generar aire enriquecido en oxígeno. Sin embargo, el documento DE 296 05 889 U1 no divulga la parte caracterizadora según la reivindicación 1.

[Lista de referencias]

Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2002-253675

Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2000-516854

50 [Sumario de la invención]**[Problema técnico]**

En un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión, la humedad contenida en aire como material de partida se adsorbe sobre un adsorbente y, dado el deterioro temporal del adsorbente debido a la absorción de humedad, se provoca la disminución en la concentración de oxígeno. Para compensar la disminución en la concentración de oxígeno, el dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que suministra oxígeno a una concentración constante está configurado para llevar a cabo un control para aumentar la concentración de oxígeno aumentando la presión en un cilindro de adsorción mediante el aumento del número de revoluciones de un compresor (tal como se describe en la publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2002-253675). Sin embargo, hay un límite para compensar la disminución en la concentración de oxígeno aumentando el número de revoluciones del compresor.

Para compensar un cambio temporal en la concentración del oxígeno generado y la disminución en la concentración de oxígeno debido al deterioro temporal del dispositivo, y mantener la concentración de oxígeno constante, también se conoce un dispositivo que mantiene la concentración de oxígeno de un gas producto detectando la concentración

de oxígeno de un gas concentrado en oxígeno por un sensor de oxígeno y llevando a cabo un control de realimentación de la velocidad de alimentación de aire del compresor, el tiempo de ciclo de adsorción/desorción, y similares (tal como se describe en la publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2000-516854). Sin embargo, la alteración del tiempo de ciclo de conmutación del tiempo de la etapa de adsorción/desorción produce una variación temporal de la concentración de oxígeno, y lleva tiempo que la concentración alcance un valor prefijado. Por tanto, este método tiende a carecer de un control estable.

Los presentes inventores han encontrado que el tiempo óptimo de una etapa de purga, donde una parte del oxígeno generado en una etapa de adsorción se hace pasar al cilindro de adsorción en un lado de etapa de desorción para acelerar la desorción de nitrógeno, cambia a un lado de tiempo más corto dado el deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad y que, cuando el número de revoluciones del compresor alcanza un valor de control de límite superior, puede aumentarse la concentración de oxígeno haciendo que el tiempo de purga sea más corto, haciendo posible así prolongar el tiempo de funcionamiento del dispositivo de concentración de oxígeno.

[Solución al problema]

La presente invención proporciona el siguiente dispositivo de concentración de oxígeno.

1. Un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que comprende las características según la reivindicación 1.

2. El dispositivo de concentración de oxígeno según el párrafo 1, en el que los criterios para considerar el deterioro debido a la absorción de humedad tienen que satisfacer también la condición: que el número de revoluciones del compresor sea un valor de control de límite superior y el valor detectado del sensor de presión no sea menor que un valor de presión en una fase inicial de uso del dispositivo cuando el compresor está girando en dicha condición.

3. El dispositivo de concentración de oxígeno según el párrafo 1, en el que los criterios para considerar el deterioro debido a la absorción de humedad tienen que satisfacer también la condición: que el número de revoluciones del compresor sea el número de revoluciones del compresor a un valor fijado de caudal máximo y el valor detectado del sensor de presión no sea menor que un valor de presión en una fase inicial de uso del dispositivo cuando el compresor está girando en dicha condición.

4. El dispositivo de concentración de oxígeno según el párrafo 2 o el párrafo 3, en el que cuando, tras controlar el tiempo de conmutación del medio de conmutación de la trayectoria de flujo de modo que el tiempo de la etapa de purga se hace más corto que un tiempo fijado inicialmente satisfaciendo los criterios para considerar el deterioro debido a la absorción de humedad, se satisfacen de nuevo los criterios, el tiempo de conmutación del medio de conmutación de la trayectoria de flujo se controla de modo que el tiempo de la etapa de purga se hace más corto que el tiempo fijado del control anterior.

5. El dispositivo de concentración de oxígeno según uno cualquiera de los párrafos 2 a 4, en el que el valor detectado del sensor de concentración de oxígeno es del 90 % o menos y el tiempo de funcionamiento del cilindro de adsorción es de 2000 horas o más.

[Efectos ventajosos de la invención]

Según el dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención, la concentración de oxígeno puede aumentarse rápidamente en respuesta a una disminución en el rendimiento de adsorción de nitrógeno producida por el deterioro temporal del adsorbente y una disminución consecuente en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno. Por tanto, puede proporcionarse un dispositivo de concentración de oxígeno que permite el uso a largo plazo.

[Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según una realización del dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención. Adicionalmente, la figura 2 representa los tiempos de conmutación de apertura/cierre de válvulas de suministro, válvulas de escape y una válvula de equilibrio de presión en etapas respectivas de adsorción/desorción del dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión de la presente invención.

La figura 3 representa una relación entre la disminución en la concentración de oxígeno producida por el deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad y el tiempo de purga. Además, la figura 4 y la figura 5 muestran relaciones entre el cambio en la concentración de oxígeno producido por el deterioro temporal del dispositivo de concentración de oxígeno y el control del número de revoluciones del compresor y el control del tiempo de purga.

[Descripción de realizaciones]

Se describirá una realización de un dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención con referencia a los dibujos a continuación.

La figura 1 es un diagrama estructural esquemático que muestra el dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión según una realización de la presente invención. El dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención comprende: un compresor 102 que suministra aire comprimido; cilindros 107A y 104B de adsorción llenos de un adsorbente que adsorbe selectivamente nitrógeno en lugar de oxígeno; y válvulas 105A y 105B de suministro, válvulas 106A y 106B de escape, y una válvula 110 de equilibrio de presión que son medios de conmutación de trayectoria de flujo que conmutan una secuencia de una etapa de adsorción, una etapa de desorción, una etapa de equilibrio de presión, y similares. Un gas concentrado en oxígeno generado mediante separación del aire comprimido se ajusta a un caudal indicado mediante una válvula 113 de control, que se libera de polvo mediante un filtro 115, y se suministra después a un usuario mediante el uso de una cánula 116 nasal.

Se lleva aire como material de partida al interior del dispositivo de concentración de oxígeno desde el exterior a través de un acceso de entrada de aire equipado con un filtro 101 de entrada de aire externo para eliminar materia extraña tal como polvo y similar. En este caso, el aire normal contiene aproximadamente el 21 % de gas oxígeno, aproximadamente el 77 % de gas nitrógeno, el 0,8 % de gas argón y el 1,2 % de otros gases tales como dióxido de carbono y similares. Un dispositivo de concentración de oxígeno de este tipo enriquece un gas oxígeno, que es esencial para la respiración, y lo extrae.

Para extraer el gas concentrado en oxígeno, el aire como material de partida comprimido por el compresor 102 se suministra a un cilindro 107 de adsorción lleno de un adsorbente compuesto por zeolita y similar, que adsorbe selectivamente moléculas de nitrógeno en lugar de moléculas de oxígeno, abriendo y cerrando las válvulas 105A y 105B de suministro y las válvulas 106A y 106B de escape, mientras se conmutan los cilindros 107A y 107B de adsorción secuencialmente, y retirando selectivamente un gas nitrógeno contenido en el aire como material de partida en el cilindro de adsorción a una concentración de aproximadamente el 77 %. Como adsorbente de este tipo, puede usarse zeolita de tamiz molecular tal como tipo 5A, tipo 13X, tipo Li-X, y similares.

El cilindro 107 de adsorción está compuesto por un recipiente cilíndrico lleno de un adsorbente, y habitualmente se usan un tipo de un cilindro, un tipo de dos cilindros y, además, un tipo de múltiples cilindros tal como un tipo de tres o más cilindros. Sin embargo, para producir el gas concentrado en oxígeno de manera continua y eficaz a partir del aire como material de partida, es deseable usar un cilindro de adsorción de un tipo de dos cilindros o un tipo de múltiples cilindros.

El compresor 102 puede tener meramente una función de compresión o funciones tanto de compresión como de evacuación, y puede ser un compresor de aire oscilante de tipo de dos cabezales, así como un compresor de aire giratorio tal como de tipo tornillo, de tipo rotativo, de tipo espiral y similares. Puede usarse o bien corriente alterna o bien corriente continua como fuente de energía de un motor eléctrico para accionar el compresor.

En el cilindro de adsorción en un estado comprimido, el nitrógeno en el aire se adsorbe por el adsorbente, y el gas concentrado en oxígeno que contiene oxígeno como componente principal, que no se adsorbió, se extrae de un lado de salida de producto del cilindro de adsorción y fluye al interior de un tanque 111 de producto por medio de las válvulas 108A y 108B de retención que están instaladas para impedir que el gas concentrado en oxígeno fluya de vuelta al interior del cilindro de adsorción.

Por otro lado, no es necesario que el gas nitrógeno adsorbido por el adsorbente empaquetado en el cilindro de adsorción se desorba del adsorbente y se purgue, para que el adsorbente adsorba nitrógeno de nuevo del aire como material de partida recién introducido. Con este propósito, los cilindros 107A y 107B de adsorción se conectan a una canalización de salida por medio de las válvulas 106A y 106B de escape, y un estado comprimido se conmuta a un estado abierto al aire, desorbiendo de ese modo el nitrógeno adsorbido en un estado comprimido y descargando el mismo al aire para regenerar el adsorbente. Además, en esta etapa de desorción, se realiza una etapa de purga para mejorar la eficacia de desorción de nitrógeno, en la que una parte del gas concentrado en oxígeno generado se hace fluir de vuelta como gas de purga desde el lado de salida de producto del cilindro de adsorción en la etapa de adsorción al cilindro de adsorción en la etapa de desorción por medio de los orificios 109A y 109B y la válvula 110 de equilibrio de presión.

El gas concentrado en oxígeno almacenado en el tanque 111 de producto contiene oxígeno que tiene una alta concentración de, por ejemplo, el 95 %, y el propio paciente fija un caudal de oxígeno necesario según la indicación del médico. Una cantidad indicada del gas oxígeno concentrado se suministra al paciente con presión y un caudal de suministro del mismo controlado por medio de un medio de ajuste del caudal tal como una válvula 112 de regulación de presión, una válvula 113 de control, y similares. Por otro lado, el caudal y la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno suministrado al paciente se detectan por un sensor 117 de concentración de oxígeno/sensor de caudal y, basándose en los resultados de detección, se controlan el número de revoluciones del compresor 102, y los tiempos de apertura/cierre de los medios de conmutación de la trayectoria de flujo tales como la válvula 105 de suministro, la válvula 106 de escape y la válvula 110 de equilibrio de presión se controlan mediante un medio de funcionamiento tal como la CPU 120 y similares para controlar la generación de oxígeno.

La presión de adsorción se mide por lo que respecta a la presión interna del cilindro de adsorción o la presión de descarga del compresor, y se detecta por un sensor de presión, tal como se muestra en la figura 1, instalado en un conducto en un lado de descarga del compresor o un sensor de presión instalado en el cilindro de adsorción.

La figura 2 es un diagrama esquemático de los tiempos de apertura/cierre del medio de conmutación de la trayectoria de flujo según una realización del dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención, con los que se conmutan secuencialmente las válvulas de suministro y las válvulas de escape instaladas en una trayectoria de flujo entre el compresor y cada cilindro de adsorción, y una válvula de equilibrio de presión que equilibra la presión entre los cilindros de adsorción en un lado pasados los cilindros de adsorción.

En el dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión de dos cilindros, tal como se muestra en la figura 2, mientras el cilindro A de adsorción está realizando la etapa de adsorción, el cilindro B de adsorción realiza la etapa de desorción. La etapa de adsorción y la etapa de desorción se conmutan secuencialmente y las etapas de los cilindros A y B están en fase opuesta entre sí para producir continuamente oxígeno controlando la apertura/cierre de las válvulas A y B de suministro, las válvulas A y B de escape y la válvula de equilibrio de presión.

Puede producirse oxígeno eficazmente incorporando una etapa de purga en la que una parte del oxígeno generado en la etapa de adsorción se hace pasar al cilindro de adsorción en el lado de etapa de desorción por medio de la válvula de equilibrio de presión para mejorar la eficacia en la regeneración del adsorbente, y llevando a cabo una secuencia estacionaria de etapas de conmutación en los cilindros A y B, en la que se realizan alternativamente una serie de la etapa de adsorción, una etapa de purga-generación, la etapa de desorción y una etapa de purga-escape en el cilindro A de adsorción y una serie de la etapa de desorción, la etapa de purga-escape, la etapa de adsorción y la etapa de purga-generación en el cilindro B de adsorción.

Tal como se muestra en la parte sombreada de la figura 2, la etapa de purga es, por ejemplo, para extraer oxígeno del cilindro B de adsorción que produce oxígeno en la etapa de adsorción, para pasar simultáneamente una parte del oxígeno producido a través de la válvula de equilibrio de presión al cilindro A de adsorción que evacua nitrógeno en la etapa de desorción, y en consecuencia para mejorar la eficacia de la desorción de nitrógeno y la regeneración de los adsorbentes. En el cilindro B de adsorción, la etapa de purga-generación se lleva a cabo para generar oxígeno para la purga, mientras que en el cilindro A de adsorción, se lleva a cabo una etapa de purga-descarga para hacer fluir el oxígeno desde el lado de salida de producto como gas de purga, que entonces se descarga al exterior.

Cuando la duración de la etapa de purga es grande, se mejora la eficacia de regeneración de los adsorbentes, dando como resultado un aumento en la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido. Por otro lado, cuando el tiempo de una etapa de purga se hace demasiado largo, disminuye la cantidad de oxígeno extraído desde el cilindro B de adsorción al lado de tanque de producto y, además, dependiendo de la cantidad extraída, una disminución en la concentración del oxígeno generado puede producirse por la descomposición del nitrógeno, dando como resultado el demérito de que disminuye la cantidad generada del gas producto. Cuando se controla toda la secuencia incluyendo cambios en la duración de una etapa de adsorción o etapa de desorción, toda la secuencia puede llegar a desequilibrarse, lo que requiere un tiempo determinado para la estabilización de la concentración de oxígeno del gas enriquecido en oxígeno producido. Por consiguiente, se controla la duración de la etapa de purga en la presente invención.

Mediante el uso del dispositivo de concentración de oxígeno durante un tiempo prolongado, el adsorbente se deteriora por la absorción de humedad, lo que produce una disminución en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado. La zeolita de tamiz molecular usada como adsorbente de nitrógeno tiene una fuerte capacidad de adsorción de humedad, y la humedad adsorbida por el adsorbente no puede retirarse completamente durante la etapa de desorción y la etapa de purga, produciendo de ese modo el deterioro del rendimiento de adsorción de nitrógeno. Habitualmente, para compensar tal disminución en la concentración de oxígeno, se lleva a cabo un control para aumentar la concentración de oxígeno aumentando el número de revoluciones del compresor del dispositivo de concentración de oxígeno, aumentando la cantidad del aire como material de partida suministrado, y aumentando la presión en el cilindro de adsorción.

Se examinó la optimización del tiempo de purga para responder a la disminución en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado, producida por el deterioro debido a la absorción de humedad.

Tal como se muestra en la figura 3, el valor óptimo del tiempo de purga disminuye hasta el lado de tiempo más corto con deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad. Por tanto, puede intentarse un aumento en la concentración de oxígeno disminuyendo el tiempo de purga para hacer frente a (para compensar) el deterioro debido a la absorción de humedad. Concretamente, para un valor prefijado inicialmente del tiempo de purga de 3,5 segundos, el tiempo de purga se acorta hasta 2,5 segundos y luego hasta 2,0 segundos a medida que el deterioro temporal avanza hasta el deterioro A y B, respectivamente. Por tanto, cambiando el tiempo de purga a un lado de tiempo más corto, la concentración de oxígeno aumenta. Cuando se cambia el tiempo de purga a un lado de tiempo más corto de este modo, es preferible no acortar el tiempo hasta un valor óptimo de una vez, sino cambiar

gradualmente el tiempo a intervalos pequeños tales como 0,1 segundos y 0,2 segundos, porque de este modo hay menos efecto sobre la concentración del oxígeno generado.

5 Cuando se cambia el ciclo de tiempo de la etapa de adsorción/desorción a la ligera sin considerar el motivo de la disminución en la concentración de oxígeno, se incurrirá en la desestabilización de la generación de oxígeno. Es importante llevar a cabo un control del cambio del tiempo de purga a un lado de tiempo más corto indicado tras considerar a partir de una pluralidad de parámetros que se está produciendo ese deterioro debido a la absorción de humedad y entendiendo de antemano que se produce la disminución en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno por el deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad.

10 El deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad va acompañado por los fenómenos de que la concentración del gas concentrado en oxígeno generado disminuye hasta una concentración indicada o inferior y de que la presión de adsorción aumenta hasta un valor indicado o superior. Un valor umbral de la concentración de oxígeno se fija preferiblemente entre el 90 % o menos y un valor mínimo del gas concentrado en oxígeno o más, en el que el valor mínimo se garantiza mediante el dispositivo de concentración de oxígeno. Por ejemplo, en el caso de un dispositivo médico de concentración de oxígeno que suministra un gas concentrado en oxígeno a alta concentración, el valor umbral se fija preferiblemente entre el 80 y el 90 %.

20 Aunque la presión de adsorción muestra valores algo diferentes dependiendo del lugar de instalación del sensor de presión, tal como puede observarse entre la presión interna del cilindro de adsorción y la presión de descarga del compresor, puede usarse cualquier valor para llevar a cabo el control. En el caso del dispositivo de concentración de oxígeno, la presión varía enormemente entre la etapa de adsorción y de desorción. Además, para propósitos de reducción del consumo de electricidad y compensación de la concentración de oxígeno, se lleva a cabo el control del número de revoluciones del compresor según un valor prefijado del caudal. En este caso, el número de revoluciones del compresor se controla por realimentación detectando la concentración de oxígeno, y la presión de adsorción no muestra un valor umbral constante. Además, el valor de presión también varía por factores distintos del deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad, tal como, por ejemplo, una disminución en la presión de adsorción debido a un fallo anómalo del compresor o las válvulas electromagnéticas, anomalía en los conductos, y similares.

30 Para excluir la variación de la presión de adsorción basándose en factores distintos del deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad, tal como el control normal del número de revoluciones del compresor desencadenadas por el caudal prefijado, la concentración de oxígeno, y similares, y la anomalía del equipo, es preferible fijar condiciones como criterios para considerar el deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad tal como 1) que el número de revoluciones del compresor sea un valor de control de límite superior, y un valor detectado del sensor de presión no sea menor que un valor de presión fijado en una fase inicial de uso del dispositivo cuando el compresor está girando en dichas condiciones, o 2) que el número de revoluciones del compresor corresponda al del compresor a un valor de caudal prefijado máximo del medio de ajuste del caudal, y un valor detectado del sensor de presión no sea menor que un valor de presión fijado en una fase inicial de uso del dispositivo cuando el compresor está girando en dichas condiciones. Se detecta que la presión de adsorción del dispositivo muestra un valor de presión que no es menor que un intervalo normal. Además, también es posible detectar un aumento en la presión de adsorción basándose en la presión de adsorción inicial en las condiciones de funcionamiento del compresor determinadas de antemano para cada valor fijado del caudal.

45 Además, un deterioro de este tipo del adsorbente debido a la absorción de humedad se produce como resultado del funcionamiento del dispositivo de concentración de oxígeno durante al menos un periodo de tiempo determinado y, si el control de la presente invención se activa en un tiempo poco después del comienzo de funcionamiento del dispositivo, se sugiere que está produciéndose otra anomalía del dispositivo. Por tanto, un requisito previo para activar el control de la presente invención para cambiar el tiempo de purga a un lado de tiempo más corto es que al menos haya transcurrido un tiempo indicado tras el inicio del funcionamiento del dispositivo de adsorción. Normalmente, el dispositivo de concentración de oxígeno se usa preferiblemente en un entorno de vida de, por ejemplo, desde 5 °C hasta 35 °C, pero también puede usarse en un periodo de invierno duro por debajo del punto de congelación o en condiciones de calor intenso de 40 °C o más. El deterioro del adsorbente debido a la absorción de humedad aparece de manera notable especialmente en un entorno de temperatura baja de, por ejemplo, 5 °C o menos, y por debajo del punto de congelación. La velocidad de deterioro del adsorbente varía enormemente dependiendo del entorno en que se usa el dispositivo. Por tanto, es preferible que el tiempo de funcionamiento del cilindro de adsorción haya sido de al menos 500 horas o más, preferiblemente 2000 horas o más antes de activar el control.

60 En la figura 4 y la figura 5, se muestran las relaciones entre la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno, el número de revoluciones del compresor y un tiempo de purga cuando, en el dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención, se lleva a cabo el cambio de tiempo de purga a un lado de tiempo más corto tras realizarse un control por compensación de la concentración de oxígeno mediante el aumento del número de revoluciones del compresor debido a la disminución en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado, y el control mediante el número de revoluciones del compresor ha alcanzado un límite.

65 Tal como se muestra en la figura 4, la concentración de oxígeno muestra un valor del 95 % en una fase inicial de

funcionamiento del dispositivo de concentración de oxígeno, pero la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado disminuye debido al deterioro temporal del adsorbente debido a la absorción de humedad. En un punto de tiempo cuando la concentración de oxígeno cae por debajo del 90 %, se aumenta el número de revoluciones del compresor y se aumenta la presión de adsorción para mantener la concentración de oxígeno al 90 %. A medida que avanza el deterioro debido a la absorción de humedad, se activa un control para aumentar adicionalmente el número de revoluciones del compresor. Sin embargo, no hay límite para ello y, una vez que el número de revoluciones del compresor alcanza un límite superior y, en un punto de tiempo cuando la concentración de oxígeno cae por debajo del 88 %, se lleva a cabo el cambio de tiempo de purga a un lado de tiempo más corto (deterioro A). Esto produce un aumento temporal en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado. A medida que avanza el deterioro temporal adicionalmente, y cuando la concentración de oxígeno cae de nuevo por debajo del 88 %, se activa un control para cambiar el tiempo de purga adicionalmente a un lado de tiempo más corto (deterioro B). Esto produce otro aumento en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado.

La figura 5 muestra un ejemplo donde se usa simultáneamente el control por compensación de la concentración de oxígeno en el deterioro A y el deterioro B. La concentración de oxígeno muestra un valor del 95 % en una fase inicial de funcionamiento del dispositivo de concentración de oxígeno, pero la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado disminuye dado el deterioro temporal del adsorbente debido a la absorción de humedad. En un punto de tiempo "a" cuando la concentración de oxígeno cae por debajo del 90 %, se aumenta el número de revoluciones del compresor y se aumenta la presión de adsorción para mantener la concentración de oxígeno al 90 %. En un punto de tiempo "b" cuando ha avanzado adicionalmente el deterioro debido a la absorción de humedad y el número de revoluciones del compresor ha alcanzado el límite superior, se termina el control por compensación de la concentración de oxígeno. A continuación, en un punto de tiempo "c" cuando la concentración de oxígeno cae por debajo del 88 %, se lleva a cabo el cambio de tiempo de purga a un lado de tiempo más corto (deterioro A). Esto produce un aumento temporal en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado. Con el aumento en la concentración de oxígeno, se reanuda el control por compensación de la concentración de oxígeno y disminuye el número de revoluciones del compresor. En un punto de tiempo "d" cuando ha avanzado adicionalmente el deterioro debido a la absorción de humedad y el número de revoluciones del compresor ha alcanzado de nuevo el límite superior, se termina el control por compensación de la concentración de oxígeno. Y, en un punto de tiempo "e" cuando la concentración de oxígeno cae de nuevo por debajo del 88 %, se activa un control para cambiar el tiempo de purga adicionalmente al lado de tiempo más corto (deterioro B). Esto produce otro aumento en la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado. A continuación, del mismo modo que en el deterioro A, se reanuda el control por compensación de la concentración de oxígeno, y se produce una disminución en el número de revoluciones del compresor. Posteriormente, el número de revoluciones del compresor alcanza el límite superior en un punto de tiempo "f", y se produce una disminución en la concentración de oxígeno.

En cuanto a tal control de cambio del tiempo de purga, la figura 4 y la figura 5 muestran ejemplos de activación del control dos veces. Sin embargo, repitiendo el control desde 2 hasta aproximadamente 5 veces, puede mantenerse la concentración del oxígeno generado y se posibilita un funcionamiento de tiempo prolongado del dispositivo de concentración de oxígeno. La determinación del valor de ajuste para el tiempo de purga depende de la capacidad de generación del dispositivo de concentración de oxígeno, de la concentración del oxígeno suministrado, y similares.

En la puesta en marcha del dispositivo de concentración de oxígeno, el funcionamiento se inicia habitualmente con el tiempo de purga fijado por defecto. El deterioro del adsorbente por la absorción de humedad se considera basándose en las tres condiciones anteriores, incluyendo la concentración de oxígeno del gas concentrado en oxígeno generado, la presión de adsorción y el tiempo de funcionamiento del/de los cilindro(s) de adsorción. Por ejemplo, cuando la concentración de oxígeno es menor del 88 %, la presión de adsorción cuando el compresor está funcionando a un número de revoluciones máximo no es menor que la presión inicial, y el tiempo de funcionamiento del cilindro de adsorción es de 2000 horas o más, el tiempo de purga se cambia desde 3,5 segundos hasta 2,5 segundos (deterioro A). Se almacena el número de veces de cambio de tiempo de purga y, mientras se realiza el encendido/apagado repetido del dispositivo, cuando se lleva a cabo el cambio de tiempo de purga a un lado de tiempo más corto, por ejemplo, tres o más veces en las condiciones en que se satisfacen las tres condiciones del deterioro debido a la absorción de humedad, se inicia la siguiente puesta en marcha con un tiempo de purga de deterioro A, es decir, de 2,5 segundos.

Además, cuando a continuación se satisfacen de nuevo las tres condiciones, se cambia el tiempo de purga a un lado de tiempo más corto desde 2,5 segundos hasta 2 segundos como deterioro B. Esto produce un aumento en la concentración de oxígeno, y puede prolongarse la duración de uso del dispositivo de concentración de oxígeno.

[Aplicabilidad industrial]

El dispositivo de concentración de oxígeno de la presente invención puede usarse como dispositivo médico de concentración de oxígeno y en particular como fuente de suministro de oxígeno de terapia de inhalación de oxígeno para pacientes que padecen enfermedades del sistema respiratorio tales como asma, enfisema pulmonar, bronquitis crónica y similares. Además, el dispositivo de concentración de oxígeno puede utilizarse como dispositivo capaz de

suministrar oxígeno con estabilidad a largo plazo, que es una característica de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de concentración de oxígeno de tipo adsorción por cambio de presión que comprende:
 - 5 dos cilindros (107) de adsorción llenos de un adsorbente que adsorbe selectivamente nitrógeno en lugar de oxígeno;
 - un compresor (102) configurado para suministrar aire comprimido al cilindro (107) de adsorción;
 - 10 un medio de conmutación de la trayectoria de flujo que está configurado para repetir, conmutando secuencialmente una trayectoria de flujo entre el compresor (102) y cada cilindro (107) de adsorción, en unos tiempos indicados, una etapa de adsorción donde se suministra aire a presión a cada cilindro (107) de adsorción y se extrae un gas concentrado en oxígeno, una etapa de desorción donde se descomprime cada cilindro (107) de adsorción y se regenera el adsorbente, y una etapa de purga donde se introduce el gas concentrado en oxígeno desde un cilindro (107) de adsorción en un lado de etapa de adsorción en el otro cilindro (107) de adsorción en un lado de etapa de desorción, en el que el medio de conmutación de la trayectoria de flujo está configurado de manera que las etapas de los dos cilindros de adsorción están en fase opuesta entre sí de modo que, mientras el cilindro de adsorción está realizando la etapa de adsorción, el otro cilindro de adsorción realiza la etapa de desorción;
 - 20 un medio de ajuste del caudal que está configurado para suministrar el gas concentrado en oxígeno ajustando el caudal a un valor deseado; y
 - un medio de control que está configurado para controlar el funcionamiento de un sensor (117) de concentración de oxígeno configurado para medir una concentración del gas concentrado en oxígeno, un sensor de presión configurado para detectar una presión del cilindro (107) de adsorción, el compresor (102) y el medio de conmutación de la trayectoria de flujo,
 - 25 caracterizado por que el medio de control está configurado para controlar el número de revoluciones del compresor (102) basándose en un valor detectado del sensor de concentración de oxígeno, considerar el deterioro debido a la adsorción de humedad basándose en el valor detectado del sensor de concentración de oxígeno, un valor detectado del sensor de presión y un tiempo de funcionamiento del cilindro (107) de adsorción, y cuando se satisfacen los criterios para considerar el deterioro debido a la adsorción de humedad, controlar un tiempo de conmutación del medio de conmutación de la trayectoria de flujo de modo que el tiempo para la etapa de purga se hace más corto que un valor fijado inicialmente
 - 30 en el que los criterios para considerar el deterioro debido a la adsorción de humedad tienen que satisfacer tres condiciones: que el valor detectado del sensor de concentración de oxígeno no sea mayor que un valor de concentración indicado; que el tiempo de funcionamiento del cilindro (107) de adsorción no sea menor que un tiempo indicado; y que el valor detectado del sensor de presión aumente hasta un valor indicado o superior.
 - 40
2. El dispositivo de concentración de oxígeno según la reivindicación 1, en el que los criterios para considerar el deterioro debido a la adsorción de humedad tienen que satisfacer también la condición: que el número de revoluciones del compresor (102) sea un valor de control de límite superior y el valor detectado del sensor de presión no sea menor que un valor de presión en una fase inicial de uso del dispositivo cuando el compresor (102) está girando en dicha condición.
- 45
3. El dispositivo de concentración de oxígeno según la reivindicación 1, en el que los criterios para considerar el deterioro debido a la adsorción de humedad tienen que satisfacer también la condición: que el número de revoluciones del compresor (102) sea el número de revoluciones del compresor (102) a un valor fijado de caudal máximo y el valor detectado del sensor de presión no sea menor que un valor de presión en una fase inicial de uso del dispositivo cuando el compresor (102) está girando en dicha condición.
- 50
4. El dispositivo de concentración de oxígeno según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que cuando, tras controlar el tiempo de conmutación del medio de conmutación de la trayectoria de flujo de modo que el tiempo de la etapa de purga se hace más corto que un tiempo fijado inicialmente, se satisfacen de nuevo los criterios para considerar el deterioro debido a la adsorción de humedad, el tiempo de conmutación del medio de conmutación de la trayectoria de flujo se controla de modo que el tiempo de la etapa de purga se hace más corto que el tiempo fijado del control anterior.
- 55
- 60
5. El dispositivo de concentración de oxígeno según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el valor detectado del sensor de concentración de oxígeno es del 90 % o menos y el tiempo de funcionamiento del cilindro de adsorción es de 2000 horas o más.
- 65

Fig. 1

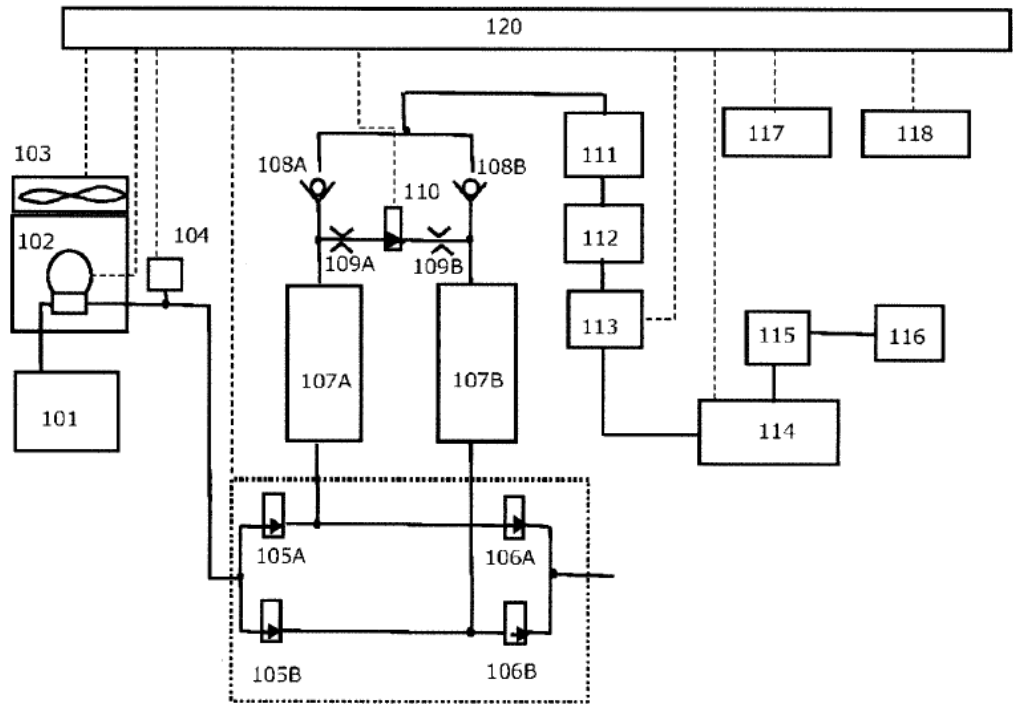


Fig. 2

Cilindro ad: Cilindro de adsorción

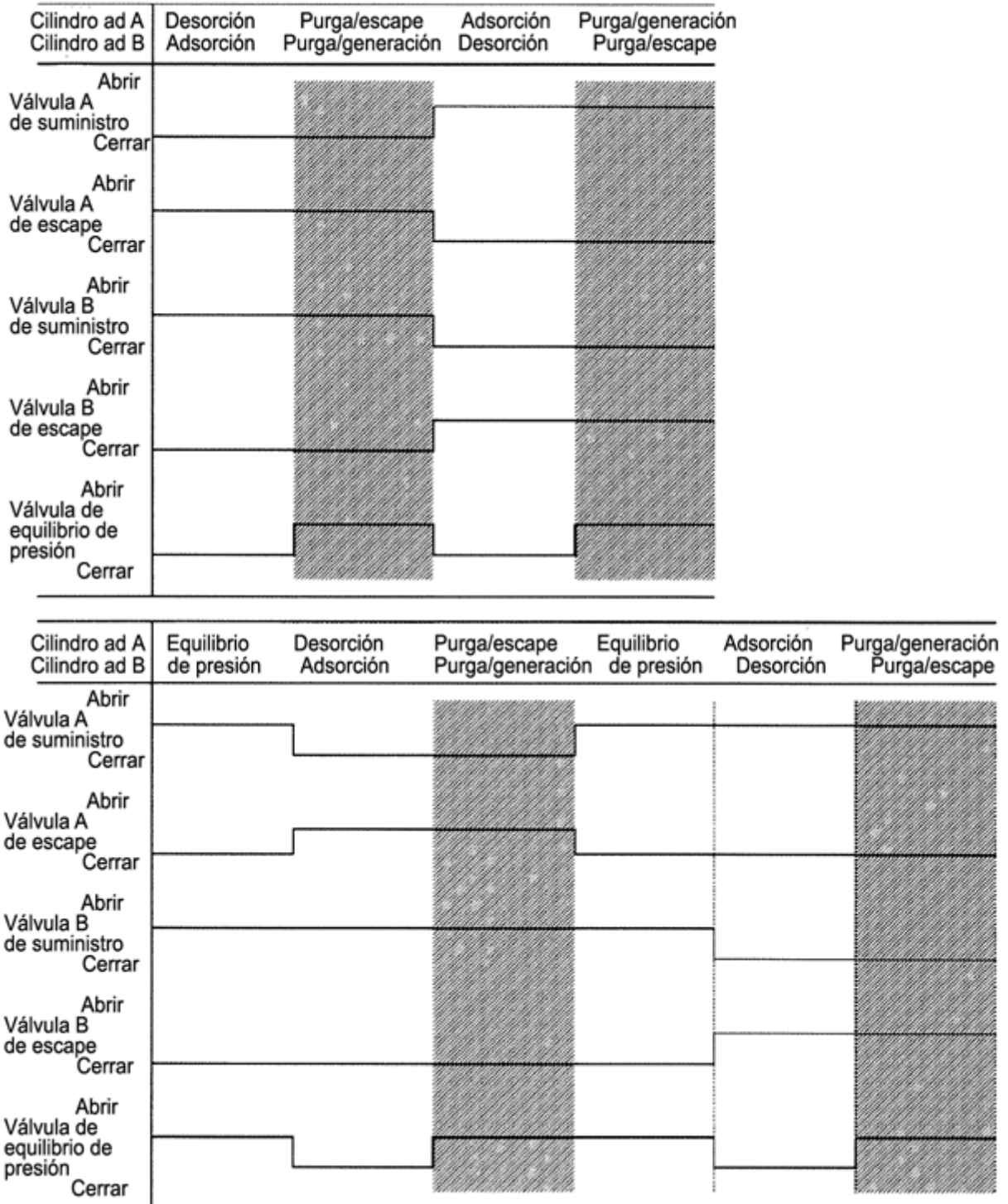


Fig. 3

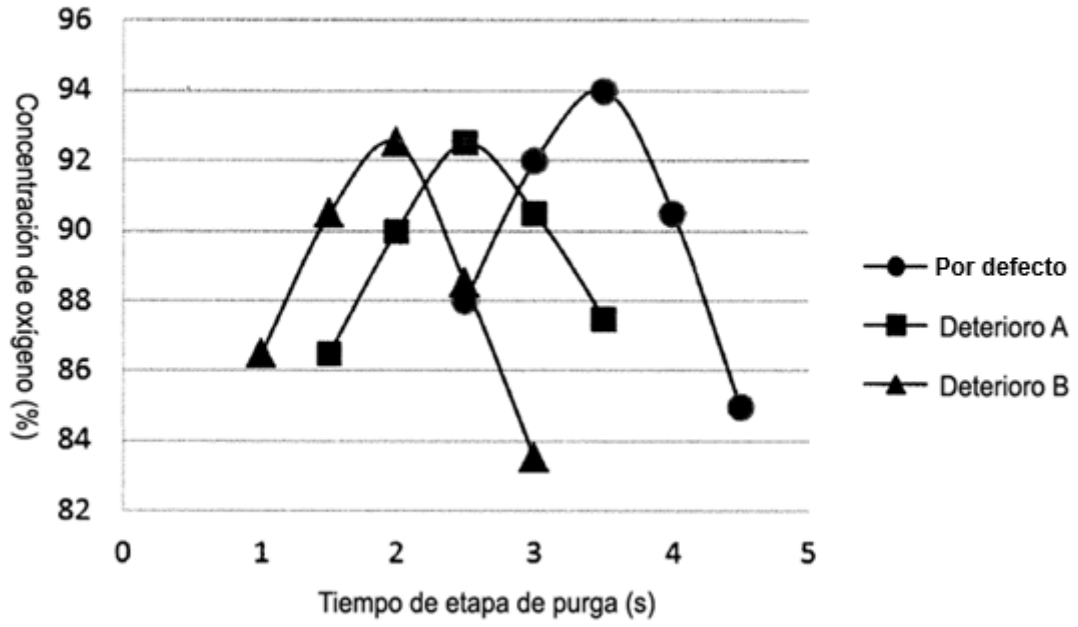


Fig. 4

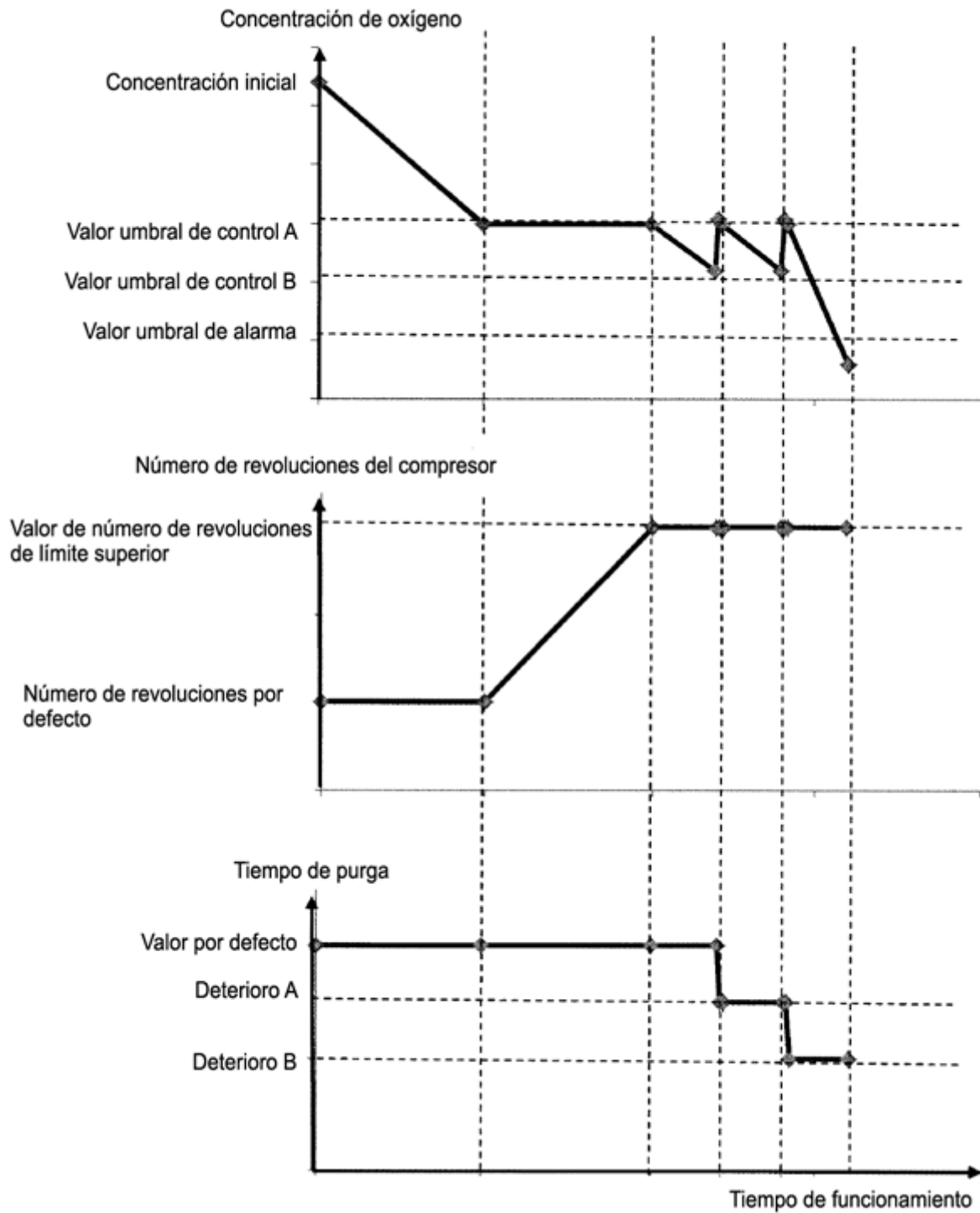


Fig. 5

